

Influência da Maturação Sexual no Limiar de Lactato em Jogadoras de Futebol

Influence of Sexual Maturation in Lactate Threshold in Female Soccer Players

CLÍNICA MÉDICA DO EXERCÍCIO E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

Ana Lucia Anauate Nicolau¹
André Pedrinelli¹
Paulo Sérgio Martino Zogaib¹
Rogério Orbetelli¹
Turibio Leite de Barros Neto¹

1. Unifesp – Universidade Federal de São Paulo, Cemafe – Centro de Estudos em Medicina da Atividade Física e do Esporte e Departamento de Cardiologia

Endereço para correspondência:
Av. Marechal Estenio de Albuquerque Lima, nº 82, porta 5
04005-040 – Paraíso – São Paulo, SP
E-mail: al.nicolau@uol.com.br

RESUMO

Os limiares de lactato são utilizados para a avaliação da capacidade aeróbia em diferentes idades. Estudos demonstram que crianças e adolescentes apresentam menores concentrações sanguíneas de lactato [La], para mesma carga de esforço, do que adultos. Existem evidências de que isto está relacionado ao desenvolvimento maturacional das mesmas. **Objetivo:** Verificar a associação entre a maturação sexual e o limiar de lactato de atletas de futebol de 12 a 15 anos de idade. **Método:** A amostra foi do tipo intencional, não probabilística, com um total de 36 meninas, entre 12 a 15 anos, participantes de escolinhas de futebol da prefeitura da cidade de São Paulo. Foram obtidas da amostra a massa corporal, a estatura e a tomada de dobras cutâneas tricipital e panturrilha. A maturação sexual foi feita através da observação direta, por uma médica, do desenvolvimento de órgãos genitais e de pilosidade púbica, por meio de planilhas propostas por Tanner. Para determinação do limiar de lactato foi realizado teste progressivo em pista, onde as jovens realizaram três corridas de 800 metros, com a intensidade do esforço sendo controlada por zonas de frequência cardíaca pré-estabelecidas, com mensurações das [La] no final de cada corrida. Através da interpolação linear foi encontrada a velocidade correspondente a [La] de 2,5mmol ($V_{2,5}$). Para compreender melhor a natureza das associações entre as variáveis foi utilizada a regressão linear múltipla, tendo como variável dependente o limiar de lactato ($V_{2,5}$), e como variáveis independentes idade (anos), IMC (kg/m^2), estatura (cm) e somatório de dobras cutâneas (mm). **Resultado:** Em mais jovens, pré-púbere, as variáveis de crescimento e a maturação sexual tem pouca associação com o limiar de lactato. Sendo importante uma ponderação sobre a influência da maturação sexual no limiar de lactato. **Conclusão:** Levando em consideração a homogeneidade do grupo e o fato de a idade entre 12 e 15 anos ser um período de diversas modificações, o desenvolvimento maturacional, e não a idade cronológica, mostrou uma diferença significativa nas variáveis analisadas.

Palavras-chave: capacidade aeróbia, concentração de lactato, futebol feminino.

ABSTRACT

The lactate thresholds are used to assess the aerobic capacity in different ages. Studies show that children and adolescents present less lactate blood concentrations [La] than adults under certain effort loads. There are evidences that this is related to their maturational development. **Objective:** To verify the association between the sexual maturation and the lactate threshold in some adolescent soccer players ranging from 12 to 15 years old. **Method:** The sample was related to the intentional and not probabilistic type involving 36 girls, from 12 to 15 years old, members of the soccer schools held by the Majority of São Paulo. The body weight, height and the sum of two skinfolds – calf and triceps were obtained from the sample. A physician directly observed the sexual maturation of the genitals and pubic hair development through the Tanner index. To determine the lactate threshold a progressive test, a 3x800m in running track, was performed by adolescents, their effort intensity was controlled by pre-established heart rate zones and the lactate blood concentrations [La] were measured at the end of each run. The velocity corresponding to lactate blood concentrations [La] of 2,5mmol ($V_{2,5}$) was obtained through the linear interpolation. The multiple linear regression was used to better understand the nature of these associations between the variables, considering the lactate threshold ($V_{2,5}$) as a dependent variable and the age (years), the body weight index (kg/m^2), height (cm) and the sum of the skinfolds (mm) as independent variables. **Result:** The growth variables and the sexual maturation have little association with the lactate threshold in the youngest and pre-adolescent girls. It is important to take in consideration the sexual maturation influence on the threshold lactate. **Conclusion:** Taking in account the group homogeneity and being the range between 12 and 15 years old a period susceptible to many modifications, the maturational development and not the chronological age showed to be responsible for a significative difference in the analysed variables.

Keywords: aerobic capacity Lactate concentration. Soccer Adolescents.

INTRODUÇÃO

A estrutura do futebol feminino no Brasil ainda é muito precária, mas nem por este motivo, podemos deixar de utilizar a avaliação funcional como método para verificar como está a qualidade física de nossos atletas. O controle fisiológico das cargas de treinamento

provenientes da avaliação funcional é uma medida que deve ser valorizada, pois as informações obtidas podem determinar treinamentos objetivos para a melhora da aptidão física da atleta.

Existe uma procura permanente de melhores métodos de treinamento e de meios confiáveis de avaliar a aptidão física aeróbia dos atletas. Durante muito tempo, o volume máximo de absorção, transporte e

utilização de oxigênio em unidade de tempo (VO_2 máx), foi considerado o fator biológico discriminador da aptidão física de esportistas praticantes de atividades com alta demanda energética aeróbia. Porém, a partir dos anos 70, constatou-se que o VO_2 máx, isoladamente, não permite explicar o desempenho atlético nestas atividades, pois foram encontradas diversas combinações entre esse indicador e rendimento esportivo⁽¹⁾.

Como abordagem padrão de variáveis submáximas, a medida de concentração sanguínea de lactato [La] é parte da rotina de vários laboratórios de fisiologia do exercício e avaliação funcional. Os chamados limiares de transição que, basicamente, refletem pontos onde ocorrem aumentos abruptos na curva [La]-intensidade, passaram a ser utilizados como referência de capacidade aeróbia⁽²⁾. Em verdade, os limiares são aproximações da zona de intensidade no exercício no qual ocorreria um equilíbrio entre a produção e a remoção do lactato no sangue, a intensidade de máximo *steady-state* de lactato (MEEL). A determinação de limiares, principalmente o limiar de lactato (LL), em alguns trabalhos, denominado de limiar anaeróbio (LAN), é utilizada como referência de intensidade para a prescrição das cargas de capacidade aeróbia⁽³⁾.

A [La] de 4.0mmol.L⁻¹ é frequentemente utilizada como indicadora do LAN e MEEL em adultos, sendo que muitas crianças podem suportar cargas próximo à exaustão sem exceder este valor de [La]⁽⁴⁾, tornando discutível a sua utilização como critério para avaliar os mais novos. Assim, foram sugeridos o uso de critérios com menores valores de CFL, como 2.5 mmol.L⁻¹^(5,6,7).

Objetivo Geral

Verificar a associação entre a maturação sexual e o limiar de lactato de jovens do sexo feminino de 12 a 15 anos de idade.

Objetivos Específicos

Verificar as relações existentes entre o limiar de lactato com outros indicadores de crescimento e desenvolvimento, como a idade cronológica, estatura, índice de massa corporal e somatório de dobras cutâneas (tricipital e panturrilha).

MÉTODO

Amostra

A coleta foi realizada após o consentimento dos pais, com aprovação do comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de São Paulo.

A amostra foi de 36 meninas entre 12 e 15 anos, jogadoras de futebol da prefeitura de São Paulo.

Para avaliar a fase da adolescência, transformou-se a idade cronológica em fase de maturação sexual. Deste modo, atletas de 12 anos foram considerados pré-púberes, 13 - 14 anos púberes, e as atletas de 15 anos foram consideradas pós-púberes.

Medidas Antropométricas

Foram obtidas da amostra a massa corporal, a estatura, e as dobras cutâneas tricipital e panturrilha, para efetuar a somatória das dobras cutâneas (ZDC) (tabela 1).

O peso foi mensurado com uma balança digital portátil filizola com precisão de 100gr. A estatura foi mensurada com estadiômetros de metal (precisão de 1mm), com a criança em posição ortostática, com o peso do corpo distribuído em ambas as pernas. As dobras cutâneas foram mensuradas com um adipômetro Cescorf, com precisão de medida de 0.1mm. As medidas foram realizadas de acordo com a padronização de Slaughter⁽⁸⁾.

Para determinação do limiar de lactato foi realizado teste progressivo em pista, (tabela 2, gráfico 1) em analogia ao estudo de Frainger *et al*⁽⁹⁾.

Tabela 1. Características antropométricas da amostra.

	Geral		Pré-púbere		Púbere		Pós-púbere	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Idade	13,17	1,16	11,92	0,29	13,00	0,00	14,58	0,51
Peso (Kg)	49,33	7,47	43,63	6,03	51,33	6,77	53,04	6,37
Estatura (cm)	155,67	5,01	151,25	5,35	156,67	2,84	159,08	2,84
IMC	20,29	2,55	19,00	2,03	20,90	2,65	20,97	2,61
Soma DC	36,00	7,76	32,33	7,98	39,92	6,64	35,75	7,24
% Gordura	27,06	4,73	24,82	4,87	29,45	4,05	26,91	4,42

As atletas realizaram três corridas de 800 metros, com a intensidade do esforço controlada através da zona de frequência cardíaca pré-estabelecida 75%, 80% e 85% da frequência cardíaca máxima,

Tabela 2. Descritivo das medidas de lactato, tempo dos tiros e velocidades dos limiares.

	Geral		Pré-púbere		Púbere		Pós-púbere	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
LAC REP	1,53	0,24	1,43	0,21	1,61	0,24	1,57	0,25
LAC 1	2,47	0,49	2,19	0,27	2,60	0,41	2,61	0,64
LAC 2	2,99	0,70	2,51	0,40	3,22	0,68	3,24	0,76
LAC 3	3,83	1,08	3,04	0,74	4,14	0,99	4,32	1,05
Tempo 1 (s)	246,28	8,20	248,50	5,70	248,50	9,09	241,83	8,17
Tempo 2 (s)	240,44	8,01	240,50	5,93	244,08	6,36	236,75	9,96
Tempo 3 (s)	238,86	12,07	238,25	7,03	239,58	7,89	238,75	18,74
Vel lim (m/s)	2,87	0,65	3,18	0,28	2,77	0,67	2,74	0,79
Vel lim (km/h)	10,34	2,35	11,45	1,02	9,97	2,41	9,88	2,84

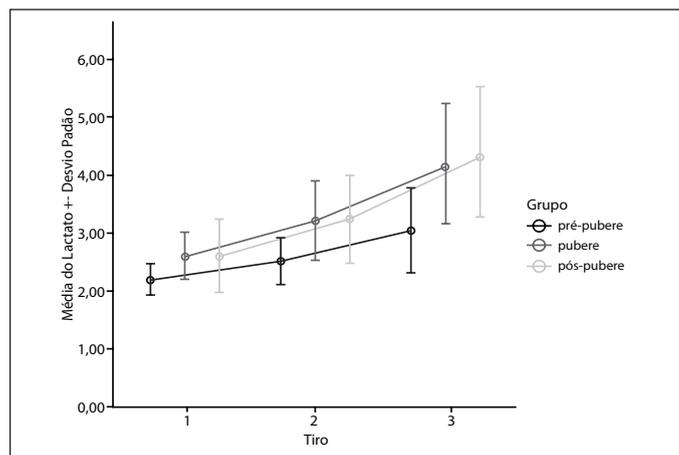


Gráfico 1. Média de lactato por tiro

respectivamente para cada corrida, metodologia modificada por Geysmeyer e Rieckert⁽¹⁰⁾.

Os procedimentos do teste foram:

O teste foi realizado em pista de atletismo;

Aquecimento de 10 minutos com corrida contínua de baixa intensidade e 10 minutos de exercícios de alongamento. Cinco minutos após foi realizada a primeira corrida de 800m, em que a atleta manteve a FC entre 140-150bpm; as outras corridas foram realizadas em valores de FC entre 160-170bpm e 180-190bpm, controlados a partir do monitor de frequência cardíaca, marca polar, com registro do tempo resultante de cada corrida de 800m.

A coleta de sangue para mensuração das [La] foi realizada imediatamente após cada corrida de 800m. O intervalo entre as mesmas foi de 1 minuto.

Para a medida da FC foi utilizado monitores de FC Polar (Polar Electro®). As medidas das [La] no sangue foram analisadas pelo método eletroenzimático, em um aparelho *yellow springs instruments*, com amos-

tras de 25 microlitros de sangue capilar retirado do dedo indicador.

A variável determinada no teste foi a velocidade média na concentração de lactato de 2,5mmol.

Foi avaliada a maturação sexual por meio de planilhas de avaliação propostas por Tanner⁽¹¹⁾ e já validadas para crianças brasileiras por Matsudo e Matsudo⁽¹²⁾.

A escala de Tanner é uma escala de desenvolvimento físico em crianças e adolescentes. A escala define medidas físicas de desenvolvimento, baseado nas características sexuais secundárias, tais como o tamanho dos seios, genitália e desenvolvimento de pêlos pubianos (tabela 3). Dividida em cinco estágios:

Tabela 3. Descritivo da maturação sexual.

Maturação	Geral		Pré-púbere		Púbere		Pós-púbere	
	N = 36		N = 12		N = 12		N = 12	
	N	%	N	%	N	%	N	%
M2-P2	7	19,44	6	50,00	1	8,33	0	0,00
M2-P3	9	25,00	3	25,00	2	16,67	4	33,33
M3-P3	7	19,44	3	25,00	4	33,33	0	0,00
M4-P3	1	2,78	0	0,00	1	8,33	0	0,00
M4-P4	9	25,00	0	0,00	4	33,33	5	41,67
M4-P5	1	2,78	0	0,00	0	0,00	1	8,33
M5-P5	2	5,56	0	0,00	0	0,00	2	16,67

Tanner I	Sem pêlos pubianos (pré-púberes).
Tanner II	Pequena quantidade de cabelo longo, mÍldio com pequena pigmentação nos grandes lábios.
Tanner III	O cabelo se torna mais grosso e crespo, e começa a se estender lateralmente.
Tanner IV	A qualidade do cabelo, estendendo-se através das mamas
Tanner V	Cabelo se estende à superfície medial da coxa.
Tanner I	Ausência de tecido glandular, aréola segue os contornos da pele do peito.
Tanner II	Pequena área circundante tecido glandular, aréola começa a se alargar.
Tanner III	Mama começa a tornar-se mais elevada, e se estende além das aréolas.
Tanner IV	Aumenta o tamanho da mama, presença de papila.
Tanner V	Mama atinge o tamanho adulto final.

A avaliação da maturação sexual foi feita através da observação direta, por uma médica, observando o desenvolvimento de órgãos genitais e de pilosidade púbica.

Análise estatística

As jovens foram divididas em três grupos pré-púbere, púbere e pós-púbere. Para verificar a associação entre duas variáveis foi aplicada a correlação simples de Pearson.

Para verificar a associação entre a maturação sexual e as outras variáveis do estudo, foi aplicada a correlação de Spearman-rank.

O comparativo da estatura, peso e da somatória das dobras cutâneas nas idades cronológicas foi feita através do teste ANOVA.

Para todas as análises foi utilizado o nível de significância para $p < 0,05$.

RESULTADOS

Comparando a idade cronológica corrigida, massa corporal, estatura e somatório de dobras cutâneas (Σ DC) para a amostra das meninas pré-púbere, púbere e pós-púbere, utilizando como critério de púbere

o início da menarca não foram encontradas diferenças significantes em nenhuma variável analisada (tabela 4, gráfico 2).

Tabela 4. Correlação de Spearman's entre maturação sexual e lactato sanguíneo nos tiros 1, 2 e 3.

Grupos	Variável		LAC 1	LAC 2	LAC 3
Pré-púbere	MAT M	Coef. Correlação	0,2802	0,6761	0,6702
		P-valor	0,3777	0,0158*	0,0171*
	MAT P	Coef. Correlação	0,2912	0,4392	0,8706
		P-valor	0,3584	0,1532	0,0002**
Púbere	MAT M	Coef. Correlação	0,5403	0,8242	0,8376
		P-valor	0,0697	0,0010**	0,0007**
	MAT P	Coef. Correlação	0,5580	0,6521	0,7333
		P-valor	0,0594	0,0216*	0,0067**
Pós-púbere	MAT M	Coef. Correlação	0,7571	0,7507	0,8580
		P-valor	0,0044**	0,0049**	0,0004**
	MAT P	Coef. Correlação	0,7426	0,7177	0,7476
		P-valor	0,0057**	0,0086**	0,0052**

*Correlação é significante a 5%.

**Correlação é significante a 1%.

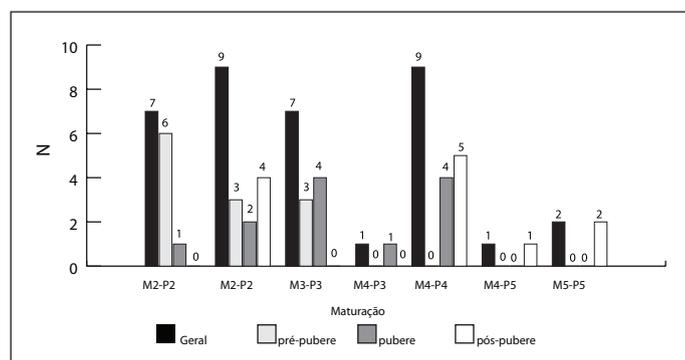


Gráfico 2. Maturação sexual

Comparando entre os grupos pré-púberes e pós-púberes foram encontradas diferenças significantes entre massa e estatura.

Comparando as variáveis de performance V2,5 ($3,18 \pm 0,28$; $2,77 \pm 0,67$; $2,74 \pm 0,79$ m.s-1) e nas idades de pré-púbere, púbere e pós-púbere, respectivamente, não houve diferença significativa entre os grupos.

Em mais jovens, pré-púbere, as variáveis de crescimento e a maturação sexual tem pouca associação com o limiar de lactato. Sendo importante uma ponderação sobre a influência da maturação sexual no limiar de lactato.

DISCUSSÃO

Quando o objetivo é direcionar e compreender melhor o que pode interferir ou auxiliar no desempenho humano, principalmente para que não se cometam erros pedagógicos que possam afetar a integridade física de crianças e adolescentes ao submetê-las ao treinamento e atividades que exijam de sobremaneira o seu organismo, faz-se necessária a relação entre os determinantes do crescimento e desenvolvimento e a capacidade de realizar esforços das mais variadas magnitudes⁽⁹⁾.

Nos resultados da maturação sexual, IMC, avaliados nas jogadoras de futebol feminino participantes deste estudo, foram encontradas diferenças significante na massa corporal e na Σ DC entre os grupos. Também, podemos observar que houve uma grande variabilidade nos resultados dos índices de crescimento nesses grupos. Provavelmente, segundo Fagundes e Krebs, à associação que existe entre essas variáveis e o período de estirão de crescimento, onde nas meninas ocorre mais cedo em relação ao sexo masculino, por volta dos 12 anos.

Quando as condições ambientais são ótimas, o genótipo é o primeiro regulador do crescimento e maturação. Entretanto, o ambiente social pode influenciar direta ou indiretamente através de fatores como nutrição, as relações familiares, tamanho da família, hábitos de atividade física, hábitos esportivos na família, na escola e na comunidade. Malina ainda conclui que a atividade física, por si só, não determina o crescimento e a maturação.

As variáveis de desempenho, $V_{2,5}$, foram diferentes estatisticamente nos grupos, pré-púbere, púbere e pós-púbere, o que denota uma associação entre essas variáveis de desempenho da maturação sexual.

Não é possível fazer comparações entre os resultados deste estudo com outros estudos que tiveram objetivos semelhantes. Isso se deve, principalmente, às diferenças metodológicas.

Na análise de regressão, os índices de crescimento e a maturação sexual explicaram o desempenho em $V_{2,5}$, as variáveis de crescimento e a maturação sexual têm associação com o limiar de lactato. Assim, é importante fazer uma reflexão sobre a influência da maturação sexual no limiar de lactato.

Diversos pesquisadores se preocupam em investigar as razões, a partir dos estudos de Ericksson *et al.*^(13, 14), pelos quais os mais jovens apresentavam menores concentrações sanguíneas de lactato. Uma das razões para essa limitação estaria relacionada a uma menor capacidade glicolítica e que consequentemente estaria ligada à maturação sexual.

No presente estudo, foi encontrada associação significante entre índices de maturação sexual e limiar de lactato.

LIMITAÇÕES DA PESQUISA

- A abordagem amostral do presente estudo foi não probabilística, o que é uma ameaça de validade externa dos resultados obtidos;
- Não foi determinada a intensidade de MEEL;
- foi feita somente uma medida de [La] em cada intensidade de exercício.

CONCLUSÃO

A maturação sexual e os índices de crescimento, estão associados com o desempenho na velocidade do limiar.

Concluindo que meninas pré-púberes têm maiores velocidades no limiar de lactato do que as jovens pós-púberes devido a maturação sexual.

Nos resultados deste estudo, levando em consideração a homogeneidade do grupo e o fato de a idade entre 12 e 15 anos ser um período de diversas modificações, o desenvolvimento maturacional e não a idade cronológica mostrou uma diferença significativa nas variáveis analisadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a toda equipe do CEMAFE que colaboraram diretamente nesse estudo.

Agradecimento especial ao professor Dr. André Pedrinelli ortopedista e especialista em medicina do esporte do Hospital das Clínicas de SP.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

- Noakes TD. Maximal oxygen uptake: "Classical" versus Contemporary viewpoints. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1381-98.
- Heck H, Hess G, Mader A. Comparative study of different lactate threshold concepts. *Dsc Z Sportmed* 1985;36:19-25.
- Oliveira FR, Gagliardi JFL, Kiss MAPDM. Proposta de referências para a prescrição de treinamento aeróbio e anaeróbio para corredores de média e longa duração. *Rev Paul Educ Fis* 1994;8:68-72.
- Williams JR, Armstrong N, Kirby BJ. The influence of age and maturation on the 2.5 and 4.0 mmol levels of blood lactate in girls. *J Sports Sci* 1990;8:80.
- Williams JR, Armstrong N, Kirby BJ. The relationship between children's blood lactate responses to incremental and constant speed treadmill exercise. *J Sports Sci* 1990;8:298-9.
- Williams JR, Armstrong N, Kirby BJ. The blood lactate response to exercise in 11 to 16-year-old children with reference to cardiorespiratory variables, chronological age, sex and maturity. *J Sports Sci* 1990;8:297-8.
- Armstrong N, Wellsman J. Aerobic exercise: growth and maturation. In: *Young people & physical activity*. New York: Oxford Univ. Press, 1997.
- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Vanloan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1998;60:709-23.
- Frainer DES, De-Oliveira FR, Cal Abad CC, Kiss MAPDM. Evidências de validade do T20 como aproximação do limiar anaeróbio em jovens jogadores de futebol. *R. da Educação Física/UEM* 2004;15:33-7.
- Geysemeyer U, Rieckert H. Field-step tests for sports discipline-related diagnosis of endurance power. *Int J Sports Med* 1987;8:132.
- Tanner J M. Growth at adolescence. Oxford: Blackwell Scientific, 1962.
- Matsudo SMM, Matsudo UKR. Osteoporose e atividade física. *Rev Bras Ci e Mov* 1991;5:33-54.
- Ericksson BO, Karlsson J, Saltin B. Muscle metabolites during exercise in pubertal boys. *Acta Physiol Scand* 1971;87:27-39.
- Ericksson BO. Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11-13 years old boys. *Acta Physiol Scand* 1972;38:1-48.